Kingdom of Thailand

☛ EDICT OF GOVERNMENT ☚

In order to promote public education and public safety, equal justice for all, a better informed citizenry, the rule of law, world trade and world peace, this legal document is hereby made available on a noncommercial basis, as it is the right of all humans to know and speak the laws that govern them.

TIS 420-2540 (1997) (Thai): Steel wires strands for prestressed concrete

BLANK PAGE

BRUTUM FULMEN
IGNORANTIA JURIS NON EXCUSAT
PROTECTED BY COPYRIGHT

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรง

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดชนิด แบบและประเภท ขนาด ส่วนประกอบทางเคมีและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรง

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะลวดเหล็กกล้าตีเกลียวชนิด 2 เส้น ชนิด 3 เส้น ชนิด 7 เส้น และชนิด 19 เส้น ประเภทความผ่อนคลายธรรมดา และประเภทความผ่อนคลายต่ำ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีดังต่อไปนี้

2.1 ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรง ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “ลวดตีเกลียว” หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากลวดเหล็กคาร์บอนสูงตั้งแต่ 2 เส้นขึ้นไป ตีเกลียวเข้าด้วยกันให้มีระยะช่วงเกลียวสม่ำเสมอ และผ่านกระบวนการคลายความเค้นก่อนม้วนเป็นขด

2.2 ลวดตีเกลียวแบบอัดแน่น (compacted strand) หมายถึง ลวดตีเกลียวซึ่งผ่านการตีเกลียว การอัด และการคลายความเค้นก่อนม้วนเป็นขด

2.3 ทิศทางการตีเกลียว (lay) หมายถึง ทิศทางตีเกลียวลวดให้บิดไปทางขวาหรือทางซ้าย

2.4 ทิศทางการตีเกลียวทางขวา (right hand lay) หมายถึง ทิศทางการตีเกลียวลวดให้บิดออกไปจากตัวผู้มองตามเข็มนาฬิการอบแกนกลาง

2.5 ทิศทางการตีเกลียวทางซ้าย (left hand lay) หมายถึง ทิศทางการตีเกลียวลวดให้บิดออกไปจากตัวผู้มองทวนเข็มนาฬิการอบแกนกลาง

2.6 ลวดตีเกลียวชนิด 2 เส้น หมายถึง ลวดตีเกลียวซึ่งประกอบด้วยลวด 2 เส้น ตีเกลียวรอบแนวแกนร่วม

2.7 ลวดตีเกลียวชนิด 3 เส้น หมายถึง ลวดตีเกลียวซึ่งประกอบด้วยลวด 3 เส้น ตีเกลียวรอบแนวแกนร่วม

2.8 ลวดตีเกลียวชนิด 7 เส้น หมายถึง ลวดตีเกลียวซึ่งประกอบด้วยแกนเป็นลวดตรง มีลวดเหล็ก 6 เส้น ตีเกลียวรอบชั้นเดียว

2.9 ลวดตีเกลียวชนิด 19 เส้น หมายถึง ลวดตีเกลียวซึ่งประกอบด้วยแกนเป็นลวดตรง มีลวดหล็กตีเกลียวรอบ 2 ชั้น

2.10 การวิเคราะห์จากเบ้า (cast analysis) หมายถึง การวิเคราะห์ทางเคมีของตัวอย่างน้ำเหล็กในระหว่างการหล่อ

2.11 ค่าลักษณะเฉพาะ (characteristic value) หมายถึง ค่าที่ได้กำหนดให้แน่นอน ไม่ใช่ได้มาจากค่าสมมุติ

2.12 พื้นที่หน้าตัดระบุลวดตีเกลียว หมายถึง ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดระบุของลวดที่เป็นองค์ประกอบ

2.13 ความผ่อนคลาย (relaxation) หมายถึง ความเสื่อมสูญของแรงดึงตามระยะเวลาของลวดตีเกลียวที่มีความยาวคงที่คิดเป็นร้อยละของแรงดึงเริ่มแรกที่ใช้กับลวดตีเกลียว

3. ชนิด แบบและประเภท

3.1 ลวดตีเกลียวแบ่งออกเป็น 4 ชนิดคือ

3.1.1 ชนิด 2 เส้น

3.1.2 ชนิด 3 เส้น

3.1.3 ชนิด 7 เส้น

3.1.4 ชนิด 19 เส้น

3.2 ลวดตีเกลียวแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

3.2.1 แบบธรรมดา (ordinary)

3.2.2 แบบอัดแน่น (compacted)

3.3 ลวดตีเกลียวแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

3.3.1 ประเภทความผ่อนคลายธรรมดา

3.3.2 ประเภทความผ่อนคลายต่ำ

4. ขนาด

4.1 ขนาด

ลวดตีเกลียวมีเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ พื้นที่หน้าตัดระบุ มวลต่อเมตร และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมวลต่อเมตรตามตารางที่ 1

การทดสอบมวลต่อเมตรให้ปฏิบัติตามข้อ 10.1

ตารางที่ 1 เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ พื้นที่หน้าตัดระบุ มวลต่อเมตร และค่าลักษณะเฉพาะของลวดตีเกลียว
(ข้อ 4.1 ข้อ 6.3.1 และข้อ 10.4.3)

ชนิด[1]	เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ[1] มิลลิเมตร	ความทนแรงดึงระบุ[1] นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร	พื้นที่หน้าตัดระบุ[2] ตารางมิลลิเมตร	มวลต่อเมตร		ค่าลักษณะเฉพาะ[2] ต่ำสุด		
				ค่าระบุ กรัม	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ร้อยละ	แรงดึงสูงสุด[2)3)4)] กิโลนิวตัน	แรงดึงพิสูจน์[3)4)5)] ร้อยละ 0.1 กิโลนิวตัน	แรงดึงพิสูจน์[4)5)] ร้อยละ 0.2 กิโลนิวตัน
2 เส้น 2x2.90	5.8	1 910	13.2	104		25.2	21.4	22.3
3 เส้น	5.2	1 770	13.6	107		24.0	20.4	21.1
3x2.40		1 960				26.7	22.7	23.5
3x2.90	6.2	1 910	19.8	155		37.8	32.1	33.2
3x3.50	7.5	1 770	29.0	228		51.2	43.5	45.0
		1 860				54.0	45.9	47.0
7 เส้น	9.3	1 720	51.6	405		88.8	72.8	75.4
	9.5	1 860	54.8	432	+4	102	83.6	86.6
	10.8	1 720	69.7	546	-2	120	98.4	102
	11.1	1 860	74.2	580		138	113	117
	12.4	1 720	92.9	729		160	131	136
	12.7	1 860	98.7	774		184	151	156
	15.2	1 720	139	1 101		239	196	203
	15.2	1 860	139	1 101		259	212	220
7 เส้น อัดแน่น	12.7	1 860	112	890		209	178	184
	15.2	1 820	165	1 295		300	255	264
	18.0	1 700	223	1 750		380	323	334
19 เส้น	17.8	1 860	208	1 652		387	317	329
	19.3	1 860	244	1 931		454	372	386
	20.3	1 810	271	2 149		491	403	417
	21.8	1 810	313	2 482		567	465	482

หมายเหตุ *1) ชนิด เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ และความทนแรงดึงระบุใช้สำหรับเรียกชื่อเท่านั้น*

2) ความทนแรงดึงระบุ ได้จากการคำนวณค่าพื้นที่หน้าตัดระบุกับค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุด (ดูหมายเหตุ 5)

3) ผลทดสอบแต่ละค่าต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าลักษณะเฉพาะ

4) กำหนดให้ใช้ค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงแทนความทนแรงดึงระบุ เนื่องจากเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมวลต่อเมตรมีค่าน้อย

5) แรงดึงพิสูจน์ร้อยละ 0.1 เป็นค่าที่กำหนดให้ใช้ทดสอบ ส่วนแรงดึงพิสูจน์ร้อยละ 0.2 ให้ไว้เพื่อแนะนำเท่านั้น ยกเว้นเมื่อมีการตกลงเป็นอย่างอื่น

5. ส่วนประกอบทางเคมีและการทำ

5.1 ส่วนประกอบทางเคมีของวัสดุที่ใช้ทำควรจะสัมพันธ์กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ขนาดของผลิตภัณฑ์ และความทนแรงดึง ถ้าเป็นความต้องการของผู้ซื้อ ต้องแสดงผลวิเคราะห์จากเบ้า ซึ่งมีกำมะถัน และฟอสฟอรัสต้องไม่เกินร้อยละ 0.04

5.2 การทำ

5.2.1 ลักษณะเกลียว

5.2.1.1 ลวดตีเกลียวชนิด 2 เส้นและชนิด 3 เส้น ต้องประกอบด้วยลวดขนาดระบุเดียวกัน มีระยะช่วงเกลียวระหว่าง 12 ถึง 22 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของลวดตีเกลียว

5.2.1.2 ลวดตีเกลียวชนิด 7 เส้นแบบธรรมดา ประกอบด้วยเหล็กเส้นแกนซึ่งเส้นผ่านศูนย์กลางต้องใหญ่กว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดที่พันอยู่รอบ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 และต้องมีระยะช่วงเกลียวระหว่าง 12 ถึง 18 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของลวดตีเกลียว

5.2.1.3 ลวดตีเกลียวชนิด 7 เส้นแบบอัดแน่น ประกอบด้วยลวดเช่นเดียวกันกับลวดตีเกลียวชนิด 7 เส้น แบบธรรมดา แต่ผ่านการอัดรีดแล้วคลายความเค้น ต้องมีระยะช่วงเกลียว ระหว่าง 14 ถึง 18 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของลวดตีเกลียว

5.2.1.4 ลวดตีเกลียวชนิด 19 เส้น ประกอบด้วยแกน 1 เส้น ชั้นกลาง 9 เส้น และชั้นนอก 9 เส้น หรือแกน 1 เส้น ชั้นกลาง 6 เส้น ชั้นนอก 12 เส้น และต้องมีระยะช่วงเกลียวระหว่าง 12 ถึง 22 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของลวดตีเกลียว

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป

ลวดตีเกลียว ต้องปราศจากรอยปริ รอยแตกร้าว และรอยแยกตามความยาวซึ่งลึกไม่ถึงร้อยละ 4 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดแต่ละเส้นที่นำมาประกอบกัน จะไม่ถือว่าเป็นตำหนิในลวดตีเกลียวชนิด 2 เส้นและ 3 เส้น ลวดแต่ละเส้นต้องไม่มีรอยต่อ ในลวดตีเกลียวชนิด 7 เส้น และ 19 เส้นลวดแต่ละเส้นอาจมีรอยต่อด้วยการเชื่อมได้ แต่เมื่อเป็นลวดตีเกลียวแล้วต้องไม่มีรอยต่อมากกว่า 1 รอยในลวดตีเกลียว 45 เมตร

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6.2 ความโก่ง

ลวดตีเกลียวต้องตรง และเมื่อทดสอบตามข้อ 10.2 แล้วระยะโก่ง ต้องไม่เกิน 25 มิลลิเมตร

6.3 สมบัติทางกลของลวดตีเกลียว

6.3.1 แรงดึงสูงสุด และแรงดึงพิสูจน์ ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.2 หรือวิธีทดสอบอื่นที่ให้ผลเทียบเท่า

6.3.2 ความยืดและสภาพดึงยืดได้

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.3 แล้วความยืดต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 3.5

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.2

6.3.3 ความผ่อนคลาย

เมื่อทดสอบตามข้อ 10.4 โดยใช้แรงดึงเริ่มต้นร้อยละ 70 ของค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุด แล้วความผ่อนคลายต้องเป็นไปตามตารางที่ 2 หรือถ้าต้องการใช้แรงดึงเริ่มต้นร้อยละ 60 และร้อยละ 80 ของค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุด ความผ่อนคลายต้องเป็นไปตามตารางที่ 2

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 10.3

หมายเหตุ กรณีที่มีผลการทดสอบความผ่อนคลายที่ 1 000 ชั่วโมง แล้วไม่ต้องทำการทดสอบเพื่อติดตามผลอีก

ตารางที่ 2 ความผ่อนคลาย

(ข้อ 6.3.3)

แรงดึงเริ่มต้น ร้อยละของ ค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุด	ประเภท	
	ความผ่อนคลายธรรมดา สูงสุด ร้อยละ	ความผ่อนคลายต่ำ สูงสุด ร้อยละ
60	4.5	1.0
70	8.0	2.5
80	12.0	4.5

6.3.4 ความล้า

ถ้าเป็นข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ทำ ลวดตีเกลียวจะต้องผ่านการทดสอบตามข้อ 10.5 โดยไม่เกิดความเสียหาย

7. การบรรจุ

หากมิได้ตกลงกันเป็นอย่างอื่นระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย ให้ใช้กระดาษเหนียวหรือวัสดุหุ้มห่อที่เหมาะสมพันขดลวดเหล็กตีเกลียวแต่ละขนาดและรัดให้แน่นหนา

8. เครื่องหมายและฉลาก

8.1 ที่ลวดตีเกลียวทุกขดต้องมีป้ายผูกติดอยู่ และที่ป้ายนั้นอย่างน้อยต้องมีเลข อักษรหรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียด ต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์ เป็นภาษาอังกฤษว่า "PC STRAND"

(2) ชนิดและแบบของลวดตีเกลียว

(3) เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ

(4) ความทนแรงดึงระบุ

(5) ประเภทความผ่อนคลาย ดังนี้

- Relax 1 สำหรับประเภทความผ่อนคลายธรรมดา
- Relax 2 สำหรับประเภทความผ่อนคลายต่ำ

(6) ทิศทางการตีเกลียวลวด

(7) น้ำหนักสุทธิของขด เป็นกิโลกรัม

(8) หมายเลขของขด

(9) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ตัวอย่าง PC strand-7 wire ordinary-12.7-1860-Relax 2-right หมายถึง ลวดตีเกลียวชนิด 7 เส้น แบบธรรมดาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ 12.7 มิลลิเมตร ความทนแรงดึงระบุ 1860 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ประเภทความผ่อนคลายต่ำ ทิศทางการตีเกลียวขวา

8.2 ที่วัสดุหุ้มห่อลวดตีเกลียวทุกขด อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดตามข้อ 8.1 ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

8.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

9. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

9.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ลวดตีเกลียวชนิด แบบ ประเภท และขนาดเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

9.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

9.2.1 การทดสอบเฉพาะแบบและการรับรอง

9.2.1.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบมวลต่อเมตร ลักษณะทั่วไป และความโก่ง ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบมวลต่อเมตร ลักษณะทั่วไป และความโก่ง
(ข้อ 9.2.1.1 และข้อ 9.2.1.2)

ขนาดรุ่น ขด	ขนาดตัวอย่าง ชิ้น	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 50	5	0
เกิน 50	8	1

9.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 6.1 และข้อ 6.2 ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ 3 จึงจะถือว่าลวดตีเกลียวรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

9.2.1.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบสมบัติทางกล

(1) การชักตัวอย่าง

ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากตัวอย่างที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในข้อ 9.2.1.2 ตามจำนวนดังต่อไปนี้

(1.1) ค่าลักษณะเฉพาะความยืดและสภาพดึงยืดได้ จำนวน 3 ชิ้นตัวอย่าง

(1.2) ความผ่อนคลาย จำนวน 1 ชิ้นตัวอย่าง

(2) การยอมรับ

ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นต้องเป็นไปตามข้อ 6.3.1 ข้อ 6.3.2 และข้อ 6.3.3 จึงจะถือว่าลวดตีเกลียวรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ถ้าชิ้นทดสอบชิ้นใดชิ้นหนึ่งไม่เป็นไปตามข้อ 6.3.1 ข้อ 6.3.2 และข้อ 6.3.3 ให้ตัดชิ้นทดสอบใหม่จากตัวอย่างขดเดียวกันจำนวน 2 เท่าของชิ้นทดสอบครั้งแรก และผลการทดสอบซ้ำต้องเป็นไปตามข้อ 6.3.1 ข้อ 6.3.2 และข้อ 6.3.3 ทุกชิ้น จึงจะถือว่าลวดตีเกลียวรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

9.2.1.4 ระหว่างการทดสอบถ้าชิ้นทดสอบใดขาดนอกจุดพิกัดและผลการทดสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ให้ยกเลิกผลการทดสอบนั้น แล้วนำชิ้นทดสอบใหม่จากปลายขดเดียวกันมาทดสอบแทน

9.2.2 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างลวดตีเกลียวต้องเป็นไปตามข้อ 9.2.1.2 และข้อ 9.2.1.3(2)ทุกข้อ จึงจะถือว่าลวดตีเกลียวรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

9.2.3 การทดสอบประจำสำหรับโรงงาน

9.2.3.1 ให้ผู้ทำลวดตีเกลียวทดสอบค่าลักษณะเฉพาะ ความยืด และความหยุ่นตัวทุกขดและทดสอบความผ่อนคลาย 1 ชิ้นตัวอย่าง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต และอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

9.2.3.2 ลวดตีเกลียวต้องเป็นไปตามข้อ 6.3.1 ข้อ 6.3.2 และข้อ 6.3.3 จึงจะถือว่าลวดตีเกลียวรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10. การทดสอบ

10.1 มวลต่อเมตร

10.1.1 เครื่องมือ

10.1.1.1 เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

10.1.1.2 สายวัดโลหะที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

10.1.2 วิธีทดสอบ

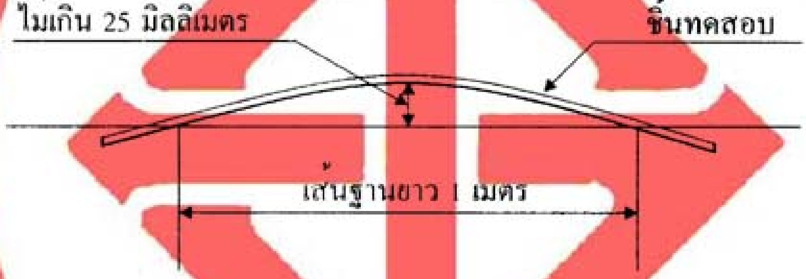
วัดความยาวชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร และชั่งมวลชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ละเอียดถึง 1 กรัม และคำนวณมวลต่อเมตรแต่ละชิ้นให้ละเอียดถึงทศนิยม 3 ตำแหน่ง

10.1.3 การรายงานผล

รายงานมวลต่อเมตรของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น

10.2 ความโก่ง

นำชิ้นทดสอบวางบนพื้นราบอย่างอิสระ ความโก่งของชิ้นทดสอบวัดจากระยะที่มากที่สุดตั้งฉากกับเส้นฐานซึ่งยาว 1 เมตร ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 การวัดความโก่ง
(ข้อ 10.2)

10.3 แรงดึงสูงสุด แรงดึงพิสูจน์และความยืด

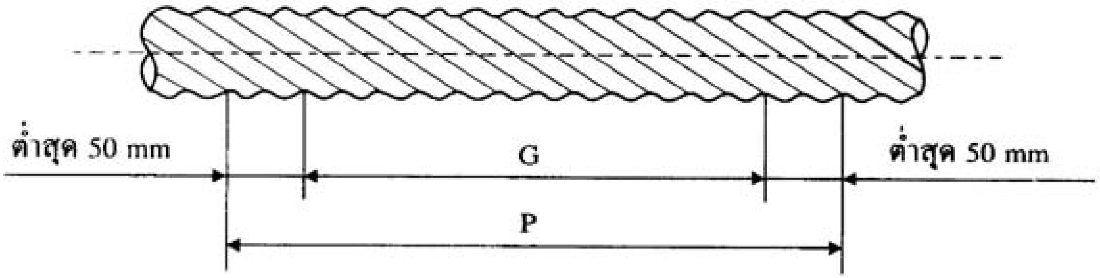
10.3.1 เครื่องมือ

10.3.1.1 เครื่องทดสอบแรงดึง

10.3.1.2 มาตรวัดความยืดอ่านได้ละเอียดถึง 0.001 มิลลิเมตร และมีหัวจับที่จับเส้นลวดได้

10.3.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

นำชิ้นทดสอบมาทำเครื่องหมายความยาวพิกัดตรงส่วนกลางชิ้นทดสอบให้มีความยาวพิกัด (G) ตามที่กำหนดสำหรับแต่ละการทดสอบ และมีระยะระหว่างหัวจับ (P) ห่างจากจุดพิกัดข้างละไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ดังในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ชิ้นทดสอบ
(ข้อ 10.3.2)

10.3.3 วิธีทดสอบ

10.3.3.1 อุณหภูมิของชิ้นทดสอบก่อนทดสอบ ควรเท่ากับอุณหภูมิห้องทดสอบ

10.3.3.2 จับชิ้นทดสอบในลักษณะที่ทำให้ชิ้นทดสอบได้รับแรงดึงตามแนวแกนของชิ้นทดสอบโดยตลอด

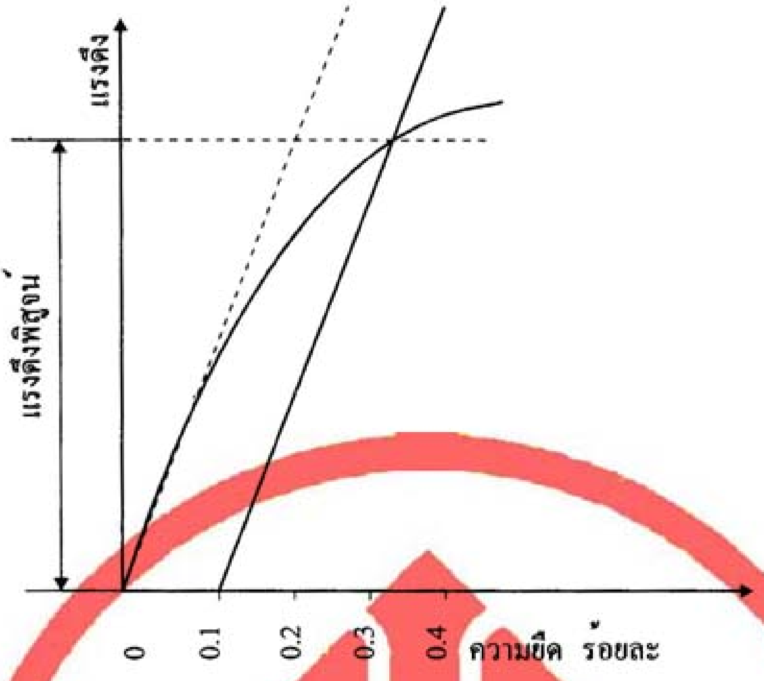
10.3.3.3 อัตราการให้แรงดึงที่ใช้ทดสอบไม่มากกว่า 30 เมกะพาสคัลต่อวินาที หลังจากหาแรงดึงพิสูจน์แล้ว อัตราการให้แรงดึงอาจเพิ่มอีกได้ แต่ไม่เกิน 100 เมกะพาสคัลต่อวินาที การเพิ่มแรงดึงจะต้องคงที่สม่ำเสมอ

10.3.3.4 การหาแรงดึงพิสูจน์

(1) จับมาตรวัดความยืดที่จุดพิกัด 2 จุด ที่ชิ้นทดสอบ โดยใช้ความยาวพิกัด 100 มิลลิเมตร

(2) ปรับเข็มบนหน้าปัดของมาตรวัดความยืดให้อ่านที่ศูนย์ แล้วเพิ่มแรงดึงโดยสม่ำเสมอดังระบุในข้อ 10.3.3.3 บันทึกค่าแรงดึงบนเครื่องทดสอบทุก ๆ 0.05 มิลลิเมตรของความยืดของชิ้นทดสอบ

(3) เขียนกราฟความยืด-แรงดึง ดังรูปที่ 3 แล้วลากเส้นตรงจากจุดความยืด ร้อยละ 0.1 (หรือร้อยละ 0.2) แล้วแต่กรณีบนแกนความยืด ให้ขนานกับส่วนที่เป็นเส้นตรงของกราฟ ไปตัดกับกราฟ แรงดึงที่ตรงกับจุดตัดของเส้นทั้งสองคือ แรงดึงพิสูจน์ที่ความยืดร้อยละ 0.1 (หรือร้อยละ 0.2) แล้วแต่กรณี



รูปที่ 3 กราฟแสดงการหาแรงดึงพิสูจน์
(ข้อ 10.3.3.4(3))

10.3.3.5 ความยืด

(1) จับยึดชิ้นทดสอบและเครื่องทดสอบ โดยติดตั้งเครื่องวัดการยืดกับชิ้นทดสอบที่มีความยาวพิกัด 600 มิลลิเมตร

(2) ค่อย ๆเพิ่มแรงดึงอย่างสม่ำเสมอ จนกระทั่งเครื่องวัดการยืดชี้บอกค่าความยืดร้อยละ 1 ให้วัดระยะระหว่างหัวจับกับความยาวมูลฐาน (X_1)

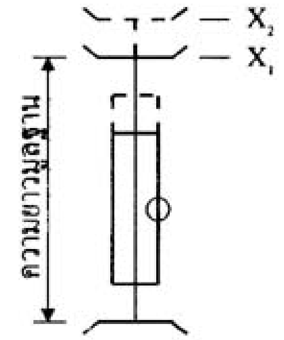
(3) ถอดเครื่องวัดการยืดออกจากชิ้นทดสอบ แล้วค่อย ๆเพิ่มแรงดึงให้แก่ชิ้นทดสอบจนถึงจุดขาด

(4) หาค่าความแตกต่างระหว่างระดับหัวจับตัวบน เมื่อชิ้นทดสอบถูกดึงจนลวดเหล็กเส้นใดเส้นหนึ่งขาด (X_2) กับระดับหัวจับตัวบนเมื่อชิ้นทดสอบถูกดึงยืดได้ร้อยละ 1 ดังรูปที่ 4

(5) หาความยืดสูงสุด จากสูตร

$$\text{ความยืดสูงสุด ร้อยละ} = \left(\frac{X_2 - X_1}{\text{ความยาวมูลฐาน}} \times 100 \right) + 1$$

เมื่อ ความยาวมูลฐาน คือ ความยาวเดิมของลวดตีเกลียวระหว่างหัวจับ เมื่อเข็มบนหน้าปัดของเครื่องวัดการยืดชี้ตรงกับเลขศูนย์ เป็นมิลลิเมตร



รูปที่ 4 การหาความยืด
(ข้อ 10.3.3.5(4))

10.4 ความผ่อนคลาย

10.4.1 ห้องทดสอบต้องมีอุณหภูมิ 20 ± 2 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาของการทดสอบ

10.4.2 ระยะระหว่างปลายหัวจับลวดทดสอบจะต้องมากกว่า 60 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดตีเกลียว (ในกรณีที่เครื่องทดสอบความต้านแรงดึงหรือเครื่องวัดความยืดมีระยะสั้น ให้ใช้ระยะระหว่างหัวจับชิ้นทดสอบเป็น 40 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดตีเกลียวแทนได้)

10.4.3 ขึงชิ้นทดสอบด้วยแรงดึงทดสอบเท่ากับร้อยละ 60 70 หรือ 80 ของค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุดตามที่กำหนดในตารางที่ 1 เพิ่มแรงดึงอย่างสม่ำเสมอจนถึงค่าแรงดึงทดสอบ ภายในระยะเวลา ประมาณ 5 นาที แล้วคงตำแหน่งหัวจับไว้ ณ ที่นั้น หลังจากที่ได้แรงดึงทดสอบแล้ว 1 นาที อ่านค่าแรงดึงเริ่มแรก และเมื่อครบ 1 000 ชั่วโมง อ่านค่าแรงดึงอีกครั้งหนึ่ง

10.4.4 หาความผ่อนคลาย จากสูตร

$$\text{ความผ่อนคลาย ร้อยละ} = \frac{(\text{แรงดึงเริ่มแรก} - \text{แรงดึงที่อ่านได้เมื่อครบ 1 000 ชั่วโมง})}{\text{แรงดึงเริ่มแรก}} \times 100$$

10.5 ความล้า

ทดสอบด้วยความเค้นดึงสูงสุดร้อยละ 70 ของความทนแรงดึงระบุ จำนวนรอบความเค้นขึ้นลง 2×10^6 รอบ ช่วงความเค้นขึ้นลง 195 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร